

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-164373

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl.

H04Q 7/38

H04B 14/04

H04L 29/08

(21)Application number : 10-265035

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 18.09.1998

(72)Inventor : EJZAK RICHARD P

(30)Priority

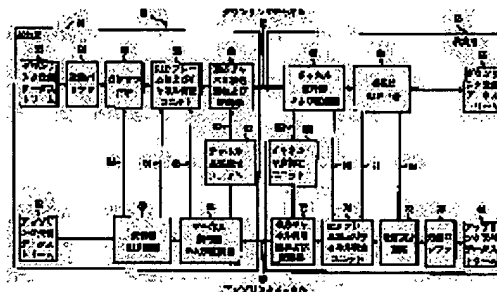
Priority number : 97 938031 Priority date : 21.09.1997 Priority country : US

(54) COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an adaptive system to improve data throughput by dynamically adjusting procedures of modulation, encoding, interleave and retransmission of a data link according to a channel condition like phasing.

SOLUTION: In a system to adaptively change a modulation system of a communication system, adaptive channel encoders and modulators 60, 76 of a transmitter are connected with channel decoder and demodulators 62, 78 of a receiver through communication channels 48, 50 and a system of encoding and demodulation of the adaptive channel encoders and modulators 60, 76 of the transmitter is controlled by radio link protocol frames and channel judging units 58, 74. The adaptive channel encoders and modulators 60, 76 are adaptively operated based on information from channel quality measuring units 90, 100 connected with the channel decoders and demodulators 62, 78.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3096680
[Date of registration] 04.08.2000
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-164373

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 Q 7/38

H 0 4 B 7/26

1 0 9 N

H 0 4 B 14/04

14/04

Z

H 0 4 L 29/08

H 0 4 L 13/00

3 0 7 Z

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願平10-265035

(22) 出願日

平成10年(1998) 9月18日

(31) 優先権主張番号

0 8 / 9 3 8 0 3 1

(32) 優先日

1997年 9月21日

(33) 優先権主張国

米国 (U S)

(71) 出願人 596077259

ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レイテッド

Lucent Technologies
Inc.

アメリカ合衆国 07974 ニュージャージ
ー、マレーヒル、マウンテン アベニュー
600-700

(72) 発明者 リチャード ポール エジャック

アメリカ合衆国, 60187 イリノイ, ウィ
ートン, アーバー アヴェニュー 710

(74) 代理人 弁理士 三俣 弘文

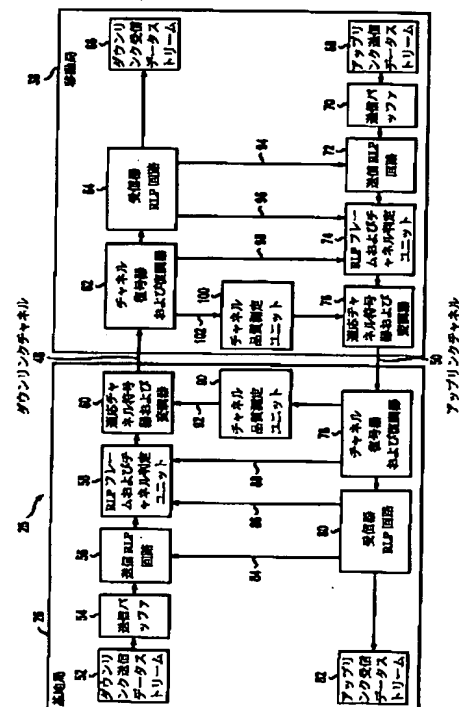
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信システム

(57) 【要約】

【課題】 フェージングのようなチャネル条件に合わせて、変調、符号化、インタリーブ、およびデータリンク再送手続きを動的に調整してデータスループットを向上させる適応的方式を実現する。

【解決手段】 通信システムの変調方式を適応的に変更するシステムにおいて、送信器の適応チャネル符号器および変調器 60、76 が、通信チャネル 48、50 を通じて、受信器のチャネル復号器および復調器 62、78 に接続され、送信器の適応チャネル符号器および変調器 60、76 の符号化および変調の方式は、無線リンクプロトコルフレームおよびチャネル判定ユニット 58、74 によって制御される。適応チャネル符号器および変調器 60、76 は、チャネル復号器および復調器 62、78 に接続されたチャネル品質測定ユニット 90、100 からの情報に基づいて適応的に動作する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 適応チャネル符号器および変調器と、前記適応チャネル符号器および変調器に接続された、チャネル復号器および復調器と、前記適応チャネル符号器および変調器に接続された、無線リンクプロトコルフレームおよびチャネル判定ユニットとからなることを特徴とする通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ディジタル通信システムの分野に関し、特に、ワイヤレスディジタル通信システムにおける変調方式および符号化方式の適応的修正に関する。

【0002】

【従来の技術】ワイヤレス通信の使用が急速なペースで世界的に成長し続けるにつれて、増大するユーザ数と、新しいディジタル機能やサービス（例えば、ファクシミリ、データ伝送、およびさまざまな呼処理機能）の両方に対応する周波数スペクトル効率のよいシステムに対する需要が明らかになっている。

【0003】セルラディジタルパケットデータ（CDPD (cellular digital packet data)）システムや、IS-130 回線交換時分割多元接続データシステムのような現在のワイヤレスデータシステムは、いくつかのアプリケーションでは不十分なほどの低い固定データレートしかサポートしない。セルラシステムは、セル境界でカバレッジを提供するように設計されているため、セルの大部分では信号対ノイズ（干渉を含む）比（SNR）は高いデータレートをサポートするのに十分である。現在では、セルラシステムにおけるフェージングチャネルを通じてのデータスループットを高くするために、帯域幅効率のよい符号化変調を用いた適応データレート方式がいくつか存在する。これらの方式では、データスループットの向上は、帯域幅効率のよい符号化変調方式を、高い情報レートとともに用いることによって実現されている。残念ながら、これらの方式を使用する場合の実際の問題は、符号化変調を動的に調整してフェージングのようなチャネル条件に適応させることができないことである。さらに、これらの方式は、符号化変調の動的適応と両立しないインタリーブやリンク層再送を使用する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】したがって、フェージングのようなチャネル条件に合わせて、変調、符号化、インタリーブ、およびデータリンク再送手続きを動的に調整してデータスループットを向上させる適応的方式に対する需要がある。

【0005】本発明は、上記の問題点を克服するか、あるいは、少なくともそれらの問題点による影響を少なくするものである。

【0006】

2

【課題を解決するための手段】本発明の 1 つの特徴によれば、適応的なチャネル符号器および変調器、この適応チャネル符号器および変調器に接続されたチャネル復号器および復調器、ならびに、適応チャネル符号器および変調器に接続された無線リンクプロトコルフレームおよびチャネル判定ユニットを提供するシステムおよび方法が実現される。

【0007】

【発明の実施の形態】まず図 1 を参照する。通信システムにおける複数のセル 20、22、および 24 が示されている。通常のように、各セル 20、22、および 24 は、六角形のセル境界を有するように示されている。各セル 20、22、24 内には、基地局 26、28、および 30 が、対応するセル 20、22、および 24 の中心付近に配置される。特に、基地局 26 はセル 20 内に配置され、基地局 28 はセル 22 内に配置され、基地局 30 はセル 24 内に配置される。

【0008】セル 20、22、および 24 を分離する境界 32、34 および 36 は、一般に、移動局支援ハンドオフが起こる点を表す。例として、移動局 38 が基地局 26 から離れて隣の基地局 28 に向かうとき、基地局 26 からの SNR は境界 32 であるしきい値レベル以下に降下し、同時に、第 2 の基地局 28 からの SNR は、移動局 38 が境界 32 を横切ってセル 22 に入るときにこのしきい値以上に増大する。セルラシステムは、セル境界まで、各基地局からのカバレッジを提供するように設計される。従って、セル 20 の大部分での SNR は、高いデータレートをサポートするのに十分である。その理由は、基地局 26 からの SNR は、境界 32 におけるデータ転送をサポートするのに必要な最小 SNR より大きいからである。図 2 に、高いデータレートに対するこのようなサポートを利用する適応レートシステムの実施例を示す。

【0009】図 2 は、本発明による基地局 26 および移動局 38 の概略ブロック図である。基地局 26 は、適応レート基地局送信器 40 および適応レート基地局受信器 42 の両方からなる。同様に、移動局 38 は、適応レート移動局受信器 44 および適応レート移動局送信器 46 の両方からなる。基地局 26 あるいは移動局 38 に対応する送信器および受信器の対はそれぞれ、対応するチャネルを通じて無線接続される。すなわち、適応レート基地局送信器 40 はダウンリンクチャネル 48 を通じて適応レート移動局受信器 44 に接続され、適応レート移動局送信器 46 はアップリンクチャネル 50 を通じて適応レート基地局受信器 42 に接続される。この実現は、適応的な帯域幅効率のよい符号化変調方式の使用により、ダウンリンクチャネル 48 およびアップリンクチャネル 50 の両方を通じての、基地局 26 と移動局 38 の間のスループットの向上を可能とする。

【0010】すなわち、固定シンボルレート（例えば 1

3

S-130/I S-136の場合)で送信し、符号化変調方式を選択して帯域幅効率(シンボルあたりの情報ビット数)を変えることにより、情報レートは変動し得る。しかし、相異なる帯域幅効率の符号化変調方式は、シンボルあたり同じSNRの場合でも、相異なる誤り率性能を有する。各SNRにおいて、許容可能なFERおよび再送遅延で最高のスループットになる符号化変調方式が選択される。従って、本発明によれば、検出されるチャネル品質に基づく符号化変調方式の適応が実現される。

【0011】本発明によるシステム25を図3に示す。システム25の基地局26および移動局38のブロック図が図3に示されている。図3は2つのデータパスを示している。第1のパスは、基地局26内で始まり、ダウンリンク送信データストリーム52が、送信バッファ54に入力される。送信バッファ54から、情報は、送信無線リンクプロトコル(RLP(radio link protocol))回路56と、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58の両方を通して処理されて、適応チャネル符号器および変調器60に送られる。次に、適応チャネル符号器および変調器60は、その情報をインタリーブし、符号化し、変調して、ダウンリンクチャネル48を通じてチャネル復号器および復調器62へ送信する。チャネル復号器および復調器62は、その情報を復号し、復調し、デインタリーブして、受信器RLP回路64に出力する。そして、受信器RLP回路64は、その情報を処理してダウンリンク受信データストリーム66を生成する。

【0012】第2のパスは、第1のパスと対称的である。第2のパスは、移動局38内で始まり、アップリンク送信データストリーム68が、送信バッファ70に入力される。送信バッファ70から、情報は、送信RLP回路72と、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット74の両方を通して処理されて、適応チャネル符号器および変調器76に送られる。次に、適応チャネル符号器および変調器76は、その情報をインタリーブし、符号化し、変調して、アップリンクチャネル50を通じてチャネル復号器および復調器78へ送信する。チャネル復号器および復調器78は、その情報を復号し、復調し、デインタリーブして、受信器RLP回路80に出力する。そして、受信器RLP回路80は、その情報を処理してアップリンク受信データストリーム82を生成する。

【0013】上記のいずれのデータパスも、複数のフィードバックループを有する。第1パスにおける第1フィードバックループ(ブランチ84)は、第2パスの受信器RLP回路80から第1パスの送信RLP回路56へのものである。第1パスにおける第2フィードバックループ(ブランチ86)は、第2パスの受信RLP回路80から第1パスのRLPフレームおよびチャネル判定ユ

4

ニット58へのものである。第1パスにおける第3フィードバックループ(ブランチ88)は、第2パスのチャネル復号器および復調器78から第1パスのRLPフレームおよびチャネル判定ユニット58へのものである。最後に、第1パスにおける第4フィードバックループ(ブランチ92)は、チャネル復号器および復調器78からチャネル品質測定ユニット90を通して(両方とも第2パス内)、第1パスの適応チャネル符号器および変調器60へのものである。

10 【0014】同様に、第2パスにおける第1フィードバックループ(ブランチ94)は、第1パスの受信器RLP回路64から第2パスの送信RLP回路72へのものである。第2パスにおける第2フィードバックループ(ブランチ96)は、第1パスの受信RLP回路64から第2パスのRLPフレームおよびチャネル判定ユニット74へのものである。第2パスにおける第3フィードバックループ(ブランチ98)は、第1パスのチャネル復号器および復調器62から第2パスのRLPフレームおよびチャネル判定ユニット74へのものである。最後に、第2パスにおける第4フィードバックループ(ブランチ102)は、チャネル復号器および復調器62からチャネル品質測定ユニット100を通して(両方とも第1パス内)、第2パスの適応チャネル符号器および変調器76へのものである。

20 【0015】システム25は以下のように機能する。ダウンリンク送信データストリーム52が送信バッファ54に入力され、送信バッファ54は、その情報が正しく処理され送信されるまでその情報を記憶する。送信バッファ54から、情報は送信RLP回路56に流れる。送信RLP回路56は、自動再送要求(ARQ)能力を有する適当なデータリンクプロトコルの送信部分である。この例としては、TDMAおよびGSMのシステムのRLPプロトコルや、LAPDのようなHDL Cクラスのプロトコルがある。送信RLP回路56は、送信バッファ54からのデータを、送信用の新しいRLPフレームへと組み立てるとともに、ブランチ84による受信器RLP回路80からのダウンリンクチャネルデータに対する受信RLP制御フレームを検査して、以前の送信RLPフレームの送信に誤りがあり再送が必要であるかどうかを判定する。次に、送信RLP回路56は、新しいRLPフレームの待ち行列を作成し、これは、その後の送信のために、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58に渡される。さらに、送信RLP回路56は、再送のためのRLPフレームの待ち行列も作成し、これは、その後の再送のために、新しいRLPフレームの待ち行列とは別に、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58に渡される。各RLPデータフレームは、最低限、バッファ回路54からのレイヤ2データと、受信器において正しい順序で再生するためにデータの相対位置を一意的に識別するシーケンス番号と、フレームの誤

りを識別する巡回冗長符号(CRC)を含む。さらに、各フレームは、適応チャネル符号器および変調器60によって決定される固定長を有する。

【0016】次に、情報は、送信RLP回路56からRLPフレームおよびチャネル判定ユニット58に流れる。RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58は、3個の入力待ち行列からRLPフレームを受け入れる。第1待ち行列は、送信RLP回路56からの新しいRLPフレームの待ち行列である。第2待ち行列は、送信RLP回路56からの再送のためのRLPフレームの待ち行列である。そして、最後の待ち行列は、受信RLP回路80からブランチ86を通じてのRLP制御フレームの待ち行列である。また、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58は、チャネル復号器および復調器からの最後のブランチ88のダウンリンクチャネルタイプ要求も受け入れる。適応チャネル符号器および変調器60における各送信機会ごとに、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58は、ダウンリンクチャネルタイプ指定およびインタリーブブロックを適応チャネル符号器および変調器60に渡す。ダウンリンクチャネルタイプ指定の値は、インタリーブブロックにおけるレイヤ1データに対する正しい変調および符号化方式を決定する。このインタリーブブロックは、送信のためにRLPフレームおよびチャネル判定ユニット58によって選択された整数個のRLPフレームからのデータからなる。RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58は、3個のRLPフレーム待ち行列のそれぞれに異なる優先度を割り当てる。各送信機会ごとに、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58は、チャネル復号器および復調器78からのブランチ88のダウンリンクチャネルタイプ要求の現在の値に合わせて、送信可能な最大数のRLPフレームを優先度順に選択する。送信待ち行列内のRLPフレームの数が、ブランチ88のダウンリンクチャネルタイプ要求の現在の値で送信可能な数より少ない場合、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58は、すべての未決RLPフレームを送ることが可能な、送信用の最も強固なチャネルタイプを選択する。最も強固なチャネルタイプは、インタリーブブロックを誤りなしで送信する可能性が最も高いものである。

【0017】適応チャネル符号器および変調器60は、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58から、インタリーブブロックを送信する機会ごとに、インタリーブブロックおよびダウンリンクチャネルタイプ指定を受け入れる。レイヤ1データのインタリーブブロックは、ダウンリンクチャネル48上に送信するために、固定数(1個以上)のタイムスロットにわたってインタリーブされる。インタリーブ後、データはさらに、ダウンリンクチャネルタイプ指定に従って、固定数の所定のフォーマットのうちの1つで符号化され変調された後、結

果として得られたレイヤ1データシンボルは、適当なタイムスロットに割り当てられる。

【0018】また、適応チャネル符号器および変調器60は、インタリーブブロックに対応するデータを含むのと同じタイムスロットで、ある制御情報も送信する。この制御データには、例えば、チャネルの同期、物理層制御、ハンドオフ支援、スロット同期、ガード区間およびランプ区間、色符号情報などが含まれる。この制御データは一般に、インタリーブブロックのレイヤ1データに関係しない対応するタイムスロット内のシンボルを用いて、さまざまな方法でインタリーブされ、符号化され、変調される。IS-136およびGSMのシステムは、適応的でないこと、および、インタリーブブロックデータに対する複数のチャネルタイプをサポートしないことを除いては、この種のシステムの例になっている。

【0019】各インタリーブブロックに関連する制御情報には1つの新しい項目がある。この制御情報は、チャネル品質測定ユニット90からの、ブランチ92のアップリンクチャネルタイプ要求である。このブランチ92の制御情報は、ほとんどのチャネル条件下で低い誤り率を達成するように、他の制御情報と整合する方法で符号化され変調される。さらに、各インタリーブブロックには、オプションとして制御情報の第2の項目がある。この制御情報のオプション項目は、ダウンリンクチャネル48上の1個以上のタイムスロットとして現在送信中のインタリーブブロックに対して、適応チャネル符号器および変調器60がRLPフレームおよびチャネル判定ユニット58から受信したダウンリンクチャネルタイプ指定である。

【0020】各タイムスロットは、適応チャネル符号器および変調器60によって、フェージングのあるダウンリンクチャネル48上に送信される。チャネル復号器および復調器62は、1個のインタリーブブロックに対応するタイムスロットのセットごとに、制御情報およびインタリーブブロックデータを正しく復号しようと試みる。この制御情報のほとんどは、別に定義される手続きに従って処理される。チャネル復号器および復調器62は、アップリンクチャネルタイプ要求制御情報を復号すると、この制御情報をRLPフレームおよびチャネル判定ユニット74に転送する。システム25が、オプションのダウンリンクチャネルタイプ指定制御情報を含む場合、チャネル復号器および復調器62は、この制御情報を用いて、インタリーブブロックに対応するタイムスロット内のシンボルを復調し復号するためにいずれの方法を使用するかを選択する。このオプションのダウンリンクチャネルタイプ指定制御情報がシステムに含まれない場合、チャネル復号器および復調器62は、可能な各チャネルタイプを順に使用して、1個以上のRLPフレームの復号に成功するまで、インタリーブブロックに対応するシンボルを復調し復号することを試みる。

【0021】他の方法を用いて、受信インタリーブブロックのチャネルタイプを識別することも可能である。チャネル復号器および復調器62は、インタリーブブロックの復号に成功すると、そのインタリーブブロック内の各RLPフレームを識別し、各RLPフレームを受信RLP回路64に転送する。RLPフレームは固定長なので容易に識別される。最後に、チャネル復号器および復調器62は、チャネル品質測定ユニット100に、チャネル品質測定を実行するのに必要な情報を渡す。

【0022】チャネル品質測定ユニット100は、受信インタリーブブロックごとに、チャネル品質測定アルゴリズムを実行して、ダウンリンクチャネル48の品質を判定する。チャネル品質測定ユニット100は、チャネル品質測定値を、いくつかの所定のしきい値と比較することによって、ターゲットチャネルタイプを選択する。これらのしきい値は、すべての可能なチャネル品質測定値のもとで、最適なチャネルタイプを選択し、可能な最大のデータレートを提供するようにあらかじめ決定される。これらのしきい値は、システムの設計中は固定することも可能であり、また、しきい値のローカルな変更をすべての移動局にブロードキャストするため、あるいは、任意の変更を影響のある移動局に制御情報として直接送信するための準備をすることによって、調整可能とすることも可能である。チャネル品質測定ユニット100は、アップリンクチャネル50上での次の送信機会におけるダウンリンクチャネルタイプ要求制御情報として送信するために、ブランチ102を通じて、このターゲットチャネルタイプを、適応チャネル符号器および変調器76に転送する。この情報は、しばらくの間、適応チャネル符号器および変調器60によって送信される次のインタリーブブロックに対するチャネルタイプ指定を決定する際に、RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58によって使用される。

【0023】チャネル復号器および復調器62が受信器RLP回路64に渡すRLPフレームごとに、受信器RLP回路64はRLP制御フレームを識別し、選択されたARQ法の手続きによるその後の新しいおよび再送されるRLPデータフレームの送信の制御のために、それらのRLP制御フレームを送信RLP回路72に転送する。受信されるすべてのRLPデータフレームに対して、受信器RLP回路64は、ダウンリンク受信データストリーム66としてアプリケーションに送るために、正しい順序でユーザデータを組み立てる。受信器RLP回路64は、選択されたARQ法の手続きに従って、アップリンクチャネル50上に送信するために、必要な制御フレームを作成し、ダウンリンクチャネル48上のその後のRLPデータフレーム送信の制御のためにそれを送信RLP回路56に送る。

【0024】回路68、70、72、74、76、78、80、82、および90は、ダウンリンクチャネル

48とアップリンクチャネル50に関する機能の置き換えを除いては、それぞれ回路52、54、56、58、60、62、64、66、および100と同じ機能を有する。

【0025】この例では、チャネルタイプは、システムの設計中にあらかじめ選択されることにより、システム25の期待されるチャネル品質範囲の重なり合わない各部分において最適なRLP性能が実現される。また、チャネルタイプは、選択されたチャネル品質測定手続きが、期待される移動体速度および遅延拡散条件の全範囲のもとで、相異なるチャネルタイプ間の正しい転移点を正確に識別することができるような方法でも、選択される。実験的には、IS-136システムの場合、4-DPSK、8-DPSK、および16-DPSKの変調を使用し、すべてレート5/6の畳み込み符号を使用するインタリーブブロックレイヤ1データに対応して、3個のチャネルタイプのセットを選択した場合、非常に広い範囲のドップラー条件（移動体速度）下で、最適な転移点は、選択されたチャネル品質測定法によって容易に識別されることが分かっている。これは、すべての可能な変調および符号化の組合せの場合には正しくない。特に、使用する変調方式は同じだが符号化方式が異なる（例えば、それぞれレート7/8、レート4/5、およびレート1/2の畳み込み符号）チャネルタイプのセットの場合には正しくない。本発明は、対象となるすべての条件（例えば移動体速度や遅延拡散）にわたって転移点が識別可能な場合に、チャネル品質測定手続きとチャネルタイプセットの任意の組合せに適用される。チャネル品質測定手続きの1つのタイプは、シンボルあたりのSNRの尺度として復号器の最尤パズメトリックを使用するものである。

【0026】この手続きの例として、復号器としてビタビ復号器を使用し、チャネル品質情報は、各ブロックに対する復号トレリスパスに対応する累積ユークリッド距離メトリックから導出される。しかし、ユークリッド距離メトリックは、フェージングチャネルの存在下ではブロックごとに大きく変動するため、良好なメトリックの評価値を得るには、このような変動の平滑化（例えば平均化）が必要とされる。累積ユークリッド距離メトリックが小さいことは、受信シーケンスが復号シーケンスに非常に近いことを示す。ユークリッドメトリックは、信号のSNRが一定のときは定常的なレベルを維持し、SNRが減少するときは増大する。さらに、平均ユークリッド距離メトリックは、移動体速度に依存しない。従って、ユークリッドメトリックが得られれば、テーブル参照または線形予測法により、対応するSNRにマッピングされる。受信器は、線形予測法のほうが、テーブル参照による直接マッピング法よりも、SNRの変化に高速に反応することができる。このようなチャネル品質測定法は、本発明の発明者による米国特許出願第08/92

1454号(出願日:1997年8月24日)に記載されている。

【0027】また、チャネルタイプは、各インタリーブブロックにおいて整数個のRLPフレームを送信するために、システム25の設計中にあらかじめ選択される。1個のインタリーブブロックに対応するすべてのシンボルに対して、有効なシンボルあたりビット数は、 $1/2$ 、 $2/3$ 、 $3/4$ 、および $4/5$ ビット/シンボル(それぞれ、 $5/6$ の2倍、3倍、および4倍に対応する)のように、簡単な整数に関係していなければならない。このとき、インタリーブブロックあたり260個のシンボルがある場合、それぞれ、432ビット、648ビット、および864ビットの送信が可能である。なお、これらのビット/シンボル値は、前の例のように、レート $5/6$ の畳み込み符号を4-DPSK、8-DPSK、および16-DPSKに適用した場合に対応する。その理由は、これらの3つの変調は、符号化のない場合、それぞれ、2、3、および4ビット/シンボルの送信が可能であるためである。この例では、これらの3つのチャネルタイプにより、長さ216ビット(27オクテット)のRLPフレームを2個、3個、または4個送信することが可能となる。本発明は、各インタリーブブロックにおいて整数個のRLPフレームを送信することが可能な任意のチャネルタイプのセットに適用される。

【0028】図4に、RLPフレームと、インタリーブブロックと、タイムスロットの間の関係を示す一般的なRLPシーケンスに対するタイムスロット構造を示す。RLPフレームおよびチャネル判定ユニット58は、各インタリーブブロックに、固定サイズのRLPフレームを整数個入れる。本発明の実施例には、3種類のサイズのインタリーブブロックがあり、それぞれ、4-DPSK、8-DPSK、および16-DPSKのチャネルタイプに対応して、2個、3個、または4個のRLPフレームを運ぶことができる。図4には、インタリーブブロックあたり3個のRLPフレームという8-DPSKチャネルタイプを示す。各インタリーブブロックは、インタリーブされ、レート $5/6$ の畳み込み符号で符号化されて、2個のタイムスロット内の260個のレイヤ1データシンボルに変調するための生ビットを生成する。2個のタイムスロット内の260個のレイヤ1データシンボルは、レート $5/6$ の畳み込み符号で、4-DPSK、8-DPSK、または16-DPSKのいずれかで変調され、それぞれ、2個、3個、または4個のRLPフレームを運ぶ。各RLPフレームの長さは27オクテットである。

【0029】各インタリーブブロックには、制御情報のセットが伴う。この例では、制御情報は、2個のタイムスロットにおいて、レイヤ1データシンボルとは異なるシンボルにマッピングされる。制御情報を2個のタイム

スロット内の制御シンボルにマッピングするために用いられるインタリーブ、符号化および変調の方式は、すべてのチャネルタイプに対して同一である。図4では、各タイムスロットにおけるすべての制御シンボルがそのタイムスロットの最初にまとめられているように示されているが、制御シンボルは、タイムスロットの設計によって適当な方法で、レイヤ1データシンボルと混ぜることも可能である。

【0030】図5に、本発明によるいくつかのRLPフレームフォーマットを示す。フォーマットAは、現在一般的に用いられているすべてのRLPプロトコルによって用いられる標準的なデータリンクフレームフォーマットである。本明細書における他のすべての例もまた、簡単のためフォーマットAを仮定するが、すべての場合においてフォーマットB1およびB2も適用可能である。図中のすべてのフィールド長は説明の目的のためにのみ例として与えられている。例のチャネルタイプでフォーマットAを用いると、インタリーブブロックは、4-DPSK、8-DPSK、および16-DPSKの変調のチャネルタイプを用いる場合、それぞれ、2個、3個、または4個のフォーマットAのRLPフレームを含むことができる。なお、フォーマットAのRLPフレームを用いる場合、インタリーブブロックは、それぞれ、46オクテット、69オクテット、または92オクテットのRLPユーザデータを運ぶことができる。このタイプのフェージングチャネルでは、RLPフレーム誤り率は、RLPフレームのサイズとともに増大する。しかし、RLPフレームのオーバーヘッドは、RLPフレームサイズの減少とともに大幅に増大する。このトレードオフは、システム設計に依存し、前もって常に明らかであるとは限らない。図中の例では、RLPフレームフォーマットB1およびB2を用いることにより、インタリーブブロックあたり1個のB1フォーマットのRLPフレーム、1個のB2フォーマットのRLPフレーム、または2個のB1フォーマットのRLPフレームを用いることによって、インタリーブブロックは、それぞれ50オクテット、75オクテット、および100オクテットのRLPユーザデータを運ぶことが可能である。フォーマットB1およびB2での効率の改善がRLPフレーム誤り率の増大による損失より大きい場合、この選択肢はよい選択である可能性がある。

【0031】RLPフレームフォーマットAと、RLPフレームフォーマットB1およびB2の差は、RLPフレームのヘッダにおけるSEQフィールドの使用法にある。従来のRLPフレームフォーマットAでは、SEQフィールドの各値は、フレームのユーザデータフィールド内のすべてのデータを表す。その値は、他のRLPフレームに対して、データストリーム内のデータの相対位置を決定することにより、信頼性のある正しい順序でのデータの送信が保証される。しかし、新しいフォーマッ

トB1では、RLPフレームのヘッダ内のSEQフィールドの値は、そのRLPフレーム内のユーザデータの2個の等サイズのブロックのうちの第1のもののデータのみを表す。同様に、新しいフォーマットB2では、RLPフレームのヘッダ内のSEQフィールドの値は、そのRLPフレーム内のユーザデータの3個の等サイズのブロックのうちの第1のもののデータのみを表す。フォーマットB1またはB2のRLPフレーム内のユーザデータの第1ブロックの後、ユーザデータの後続ブロックは、SEQフィールドの最大値に1を加えた数を法とする、SEQフィールドの後続の値が対応する。必要な再送の目的のために、RLP制御フレームは、各データブロックのステータスを独立に識別する。ユーザデータのブロックを再送する際には、RLP送信器は、既に肯定応答されているユーザデータブロックを再送しなければならない可能性もあり、この方法に非効率性をもたらす。この非効率性は、これらの2つの方法の間のトレードオフを実行する際に考慮すべきである。しかし、正しい状況下では、かなりの利得がある。

【0032】既に説明したように、現在のセルラシステムは、セルの大部分で所望のSNRを達成するように設計されている。このSNRは一般に、セルの90%にわたって17dBである。その結果、セルのかなりの部分でSNRは17dBよりずっと大きく、高いデータレートが可能となる。したがって、送信器がデータレートを受信SNRに整合させれば、スループットが向上する可能性がある。シンボルレートは同じままとされるが、データレートは、高い帯域幅効率の符号化方式を用いて変更される。

【0033】例として、IS-136の修正版に対して、3つの異なるデータレートを使用する。これらのデータレートは、相異なる帯域幅効率を有する符号化および変調の方式を使用することによって達成される。レート5/6の畳み込み符号を、4-DPSK、8-DPSK、または16-DPSKとともに用いることにより、フルレートチャンネルで、9.6kb/s、14.4kb/sおよび19.2kb/sのデータレートが達成される。この例の方式に対するフレーム誤り率およびスループット性能を以下に示す。

【0034】図6に、縦軸は送信データ（単位は毎秒kbit）を表し、横軸はSNR（単位はdB）を表す、4本の曲線を含むグラフを示す。この曲線のセットは、 $f_dT=0.0012$ の平坦レイリーフェージングに対する、本発明のこの例のスループット性能を示す。 f_d はドップラー周波数を表し、Tはシンボル時間を表す。曲線104は、4-DPSKに基づくチャンネルタイプでのスループットを示す。曲線106は、8-DPSKに基づくチャンネルタイプでのスループットを示す。曲線108は、16-DPSKに基づくチャンネルタイプでのスループットを示す。そして最後に、曲線110は、この

例の場合の適応方式の結果として得られる性能である。ある方式から次の方式への転移のためのしきい値は、この例では、遅延とスループットのトレードオフに基づいて、17dBおよび23dBに選択された。このように、最良スループットの方式が各SNRごとに選択され、適応方式は、すべてのドップラー周波数に対して一貫して良好に動作する。

【0035】図7に、縦軸は送信データ（単位は毎秒kbit）を表し、横軸はSNR（単位はdB）を表す、4本の曲線を含むグラフを示す。この曲線のセットは、 $f_dT=0.0069$ の平坦レイリーフェージングに対する、本発明の同じ例のスループット性能を示す。ここで、曲線112は、4-DPSKに基づくチャンネルタイプでのスループットを示す。曲線114は、8-DPSKに基づくチャンネルタイプでのスループットを示す。曲線116は、16-DPSKに基づくチャンネルタイプでのスループットを示す。そして最後に、曲線118は、この例の場合の適応方式の結果として得られる性能である。ある方式から次の方式への転移のためのしきい値は、再び、同じ遅延とスループットのトレードオフに基づいて、17dBおよび23dBに選択された。この場合も、最良スループットの方式が各SNRごとに選択され、適応方式は、一貫して良好に動作する。

【0036】上記の例は、RLP制御フレームによるRLP制御の方法を説明しているが、本発明は、ダウンリンクチャンネル48およびアップリンクチャンネル50でのRLP伝送に関連して、4個の回路56、64、72、80の間でRLP制御情報84、86、94、96を通信する他の方法にも適用可能である。特に、本発明は、チャンネル1、チャンネル2、またはチャンネル1およびチャンネル2の両方で、インタリーブブロックに対応するタイムスロット内に制御情報の項目としてRLP制御情報が直接または間接に符号化されるようなシステムにも適用可能である。このようなチャンネルの例には、IS-136デジタル制御チャンネルがあり、これは、このような制御情報を用いて、データの個々のブロックの受信成功の肯定応答を行う。

【0037】まとめると、本発明による、通信システムの変調方式を適応的に変更するシステムおよび方法では、送信器適応チャンネル符号器および変調器が、通信チャンネルを通じて、受信器チャンネル復号器および復調器に接続され、送信器適応チャンネル符号器および変調器の符号化および変調の方式は、無線リンクプロトコルフレームおよびチャンネル判定ユニットによって制御される。

【0038】

【発明の効果】以上述べたごとく、本発明によれば、フェージングのようなチャンネル条件に合わせて、変調、符号化、インタリーブ、およびデータリンク再送手続きを動的に調整してデータスループットを向上させる適応的方式が実現される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 クラスタ内の3個のセルサイトの図である。

【図2】 基地局および移動局の両方の概略ブロック図である。

【図3】 本発明による基地局および移動局の詳細な機能ブロック図である。

【図4】 RLPフレーム、インタリーブブロック、およびタイムスロットの間の関係を示す、一般的なRLPシーケンスのタイムスロット構造を示す図である。

【図5】 本発明に適合するいくつかのRLPフレームフォーマットのブロック図である。

【図6】 縦軸は送信データ（単位は毎秒kbit）を表し、横軸はSNR（単位はdB）を表す、 $f_d T = 0$ 、0012のモード適応に対する4本の曲線を含むグラフの図である。

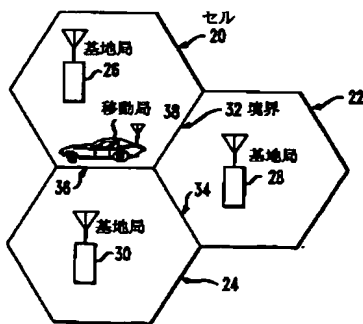
【図7】 縦軸は送信データ（単位は毎秒kbit）を表し、横軸はSNR（単位はdB）を表す、 $f_d T = 0$ 、0069のモード適応に対する4本の曲線を含むグラフの図である。

【符号の説明】

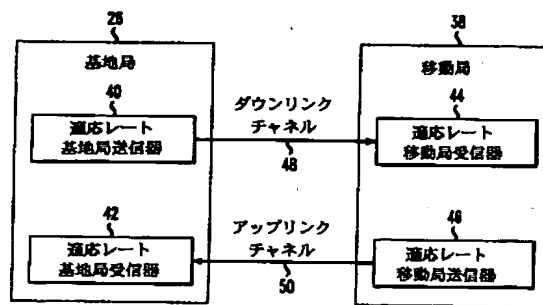
20 セル
22 セル
24 セル
25 システム
26 基地局
28 基地局
30 基地局
32 境界

34 境界
36 境界
38 移動局
40 適応レート基地局送信器
42 適応レート基地局受信器
44 適応レート移動局受信器
46 適応レート移動局送信器
48 ダウンリンクチャネル
50 アップリンクチャネル
52 ダウンリンク送信データストリーム
54 送信バッファ
56 送信RLP回路
58 RLPフレームおよびチャネル判定ユニット
60 適応チャネル符号器および変調器
62 チャネル復号器および復調器
64 受信器RLP回路
66 ダウンリンク受信データストリーム
68 アップリンク送信データストリーム
70 送信バッファ
72 送信RLP回路
74 RLPフレームおよびチャネル判定ユニット
76 適応チャネル符号器および変調器
78 チャネル復号器および復調器
80 受信器RLP回路
82 アップリンク受信データストリーム
90 チャネル品質測定ユニット
100 チャネル品質測定ユニット

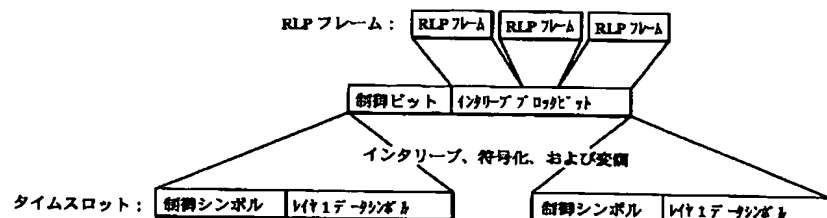
【図1】



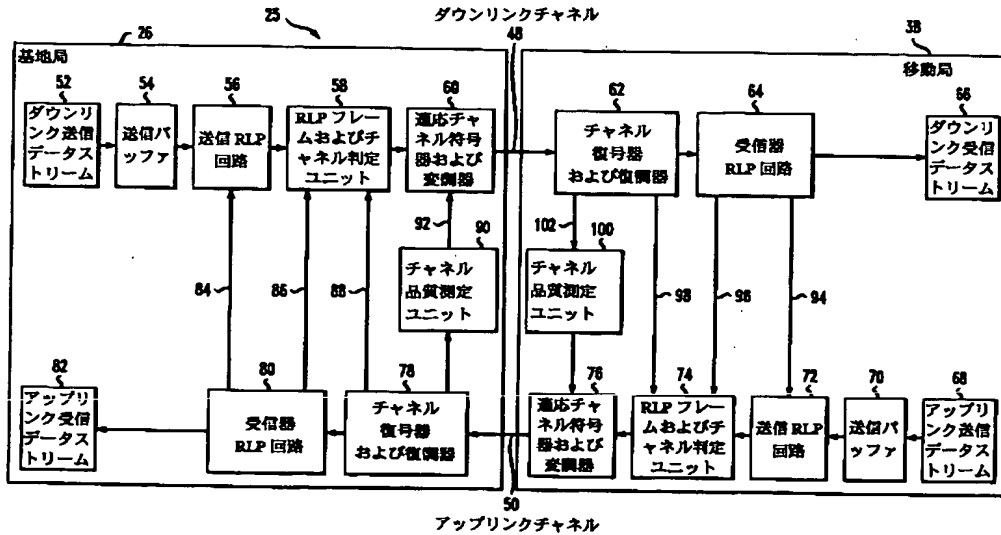
【図2】



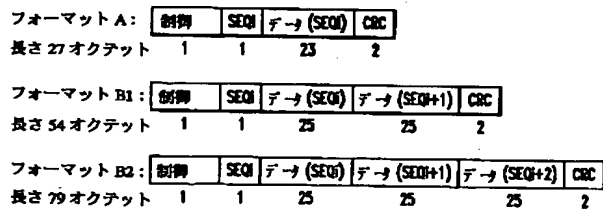
【図4】



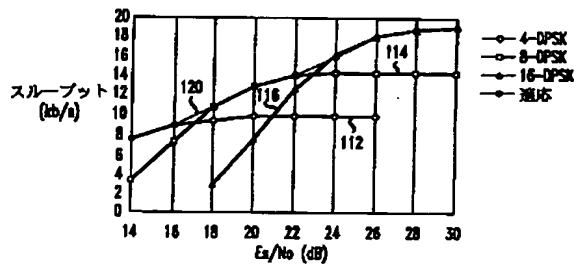
【図3】



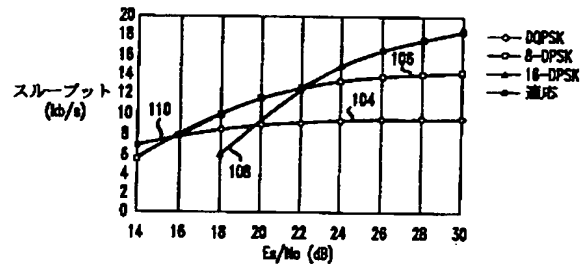
【図5】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(71) 出願人 596077259
 600 Mountain Avenue,
 Murray Hill, New Je
 rsey 07974-0636U. S. A.